



[RE-122] ПРОСТОРОВО-ЧАСОВЕ ОБРОБЛЕННЯ СИГНАЛІВ ТА МІМО-СИСТЕМИ



Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	17 - Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
Спеціальність	172 - Електронні комунікації та радіотехніка
Освітня програма	Всі ОП
Статус дисципліни	Вибіркова (Ф-каталог)
Форма здобуття вищої освіти	Очна
Рік підготовки, семестр	Доступно для вибору починаючи з 1-го курсу, весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кред. (Лекц. 18 год, Практ. год, Лаб. 36 год, СРС. год)
Семестровий контроль/контрольні заходи	Залік
Розклад занять	https://rozklad.kpi.ua
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лекц.: Калюжний О. Я. , Лаб.: Калюжний О. Я. ,
Розміщення курсу	

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

У традиційній радіотехніці під сигналом звичайно розуміли деяку функцію часу, що знімається із виходу антенного пристрою. З цього етапу власне й починалося те, що нині називають прийманням та обробленням сигналів. При цьому завдання формування направленості антени, придушення завад сторонніх джерел, тощо, вирішувалось в антенній частині

приймальної системи методами традиційної антенної техніки та не відносилися до сфери цифрового оброблення сигналів (ЦОС).

В наш час вже давно стало зрозумілим, що значно ефективніше розглядати сигнал як функцію не тільки часу але й просторових координат точок його приймання, наприклад, датчиків деякої антенної решітки (АР). Таким чином, просторово-часове оброблення (ПЧО) сигналів - це сукупність дій, що виконуються над сигналами по виходу АР з метою виділення корисного сигналу на тлі шумів і завад, які створюються як у самій приймальній системі, так й сторонніми джерелами випромінювання. При цьому завдання оброблення сигналів розглядають як єдиний процес, що враховує властивості полів сигналів і завад у просторі та часі та має результатом виділення потрібної корисної інформації.

Саме так працює більшість сучасних систем приймання сигналів, які забезпечують, наприклад, роботу систем мобільного зв'язку (СМЗ), радіолокації, радіонавігації, гідроакустики, тощо. Сфери застосування та актуальність методів цифрової ПЧО з часом невинно зростають по мірі розвитку, з одного боку, засобів ЦОС, з іншого - зростанням складності та підвищенням вимог до функціональності та ефективності прикладних радіосистем. Зокрема, важливим напрямком застосування ідей та методів ПЧО стали за останні 10 років багатоантенні МІМО-системи, в яких у нерозривній єдності розглядаються вже не тільки завдання приймання сигналів, але й їх передачі. Так, у системах мобільного зв'язку 5G, що починають активно розгортати у передових країнах світу, МІМО-системи взагалі займають одне з головних місць у загальній ієрархії систем та саме вони у великій мірі визначають ефективність СМЗ у цілому.

Отже, метою викладання дисципліни "Просторово-часове оброблення сигналів та МІМО-системи" є набуття знань з теорії ПЧО та практичних навичок з їх проектування, моделювання та аналізу ефективності.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Дисципліна "Просторово-часове оброблення сигналів та МІМО-системи" належить до циклу спеціальних технічних дисциплін радіотехнічних спеціальностей та викладається на старших курсах навчання в рамках підготовки спеціалістів і магістрів.

Вивчення даної дисципліни базується на таких дисциплінах, як "Вища математика", "Теорія ймовірностей", "Сигнали та процеси в радіотехніці", "Цифрова обробка сигналів". Студенти також мають володіти навичками роботи в обчислювальному середовищі "MATLAB".

3. Зміст навчальної дисципліни

Дисципліна включає до себе лекційний курс і практичні заняття, що охоплюють наступні розділи теорії ПЧО та МІМО-систем:

Розділ 1. Огляд завдань ПЧО:

1. *Формалізація завдань приймання та оброблення сигналів як функцій часових та просторових координат.*
2. *Статистичні моделі полів шумів та завад.*
3. *Статистичні моделі полів сигналів.*
4. *«Багатопроменева» модель поля сигналу.*

Розділ 2. Оптимальні, квазіоптимальні та адаптивні алгоритми ПЧО сигналів.

1. *Оптимальні алгоритми приймання сигналів з відомими та невідомими параметрами.*
2. *Оптимальні алгоритми приймання випадкових (шумових) сигналів.*
3. *Приймання сигналів на тлі завад, що створюють сторонні джерела .*
4. *Квазіоптимальні та адаптивні алгоритми приймання сигналів.*

Розділ 3. Підсилення просторової обробки сигналів.

1. Загальні відомості.
2. Підсилення просторової обробки у випадку приймання сигналів на тлі ізотропних завад.
3. Підсилення просторової обробки у випадку приймання сигналів на тлі завад сторонніх джерел.

Розділ 4. Ефективність оптимальних, квазіоптимальних та адаптивних систем ПЧО.

1. Загальні відомості.
2. Приймання сигналів з відомими та невідомими параметрами.
3. Приймання шумових сигналів.
4. Приклади розрахунків ефективності просторово-часового оброблення сигналів.

Розділ 5. Просторово-часове вимірювання параметрів сигналів:

1. Принципи вирішення вимірювальних завдань.
2. Похибки вимірювань.
3. Сигнальна функція обробки та функція невизначеності.
4. Методи вимірювань параметрів сигналу та аналіз їх ефективності.

Розділ 6. Загальний огляд MIMO-систем.

1. Класифікація систем та основні принципи побудови.
2. Параметри ефективності систем.
3. Просторово-часове кодування та просторове мультиплексування.
4. Багатокористувацькі системи, застосування та особливості побудови.

Розділ 7. Практичне використання MIMO-систем в мережах SM3 3G та 4G.

Розділ 8. Широкомасштабні (massive) MIMO-системи та їх використання у мережах 5G .

Вивчення кожного розділу розраховане на 2 - 4 академічні години. Після кожних двох лекційних занять проводиться відповідне практичне заняття.

Практичні заняття виконуються у комп'ютерному класі. У ході практичних занять студенти виконують розрахунки та моделювання певних систем, для чого використовується обчислювальне середовище Matlab

4. Навчальні матеріали та ресурси

...

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

...

6. Самостійна робота студента

...

Політика та контроль

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

...

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

...

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

...

Опис матеріально-технічного та інформаційного забезпечення дисципліни

Для проведення практичних занять буде необхідним комп'ютерний клас. На комп'ютерах має бути встановлено обчислювальне середовище Matlab однієї із сучасних версій (після 2014 р.)

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено [Калюжний О. Я.](#);

Ухвалено кафедрою PI (протокол № 06/2023 від 22.06.2023)

Погоджено методичною комісією факультету/ННІ (протокол № 06-2023 від 29.06.2023)